



⑮ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 40 20 304 A 1

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>:  
G 01 K 1/16  
G 01 K 7/00

⑳ Aktzeichen: P 40 20 304.2  
㉑ Anmeldetag: 26. 6. 90  
㉒ Offenlegungstag: 2. 1. 92

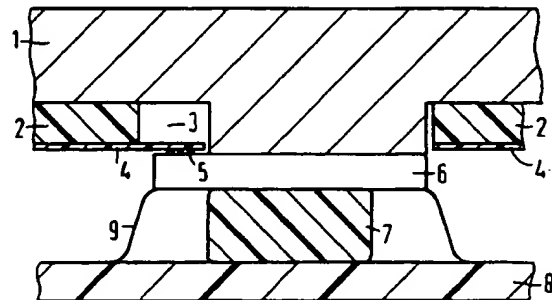
DE 40 20 304 A 1

㉑ Anmelder:  
Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

㉒ Erfinder:  
Rose, Thomas, Dr.rer.nat., 8000 München, DE

⑤ Anordnung zur Temperaturmessung an gekühlten elektronischen Bauelementen

⑤ Die erfindungsgemäße Anordnung löst das Problem der Temperaturmessung an einem elektronischen Bauelement (6) durch den Einsatz eines in Dünnschichttechnik ausgeführten und auf einer Polyimid-Sensorfolie (4) aufgetragenen Temperatursensors (5). Die maximal mögliche Berührungsfläche zwischen Bauelement (6) und einer Kühlplatte (1) zur Wärmeableitung wird durch eine Aussparung in der Kühlplatte (1) geringfügig vermindert, so daß der Temperatursensor (5) auf die Oberfläche des Bauelementes (6) aufgesetzt werden kann. Der Temperatursensor (5) ist gegenüber der Kühlplatte (1) durch eine Luftkammer (3) wärmeisoliert. Somit kann auch bei geringen Abständen zwischen Temperatursensor (5) und Bauelement (6) eine weitestgehend unverfälschte Messung der Temperatur eines Bauelementes (6) vorgenommen werden.



DE 40 20 304 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Messung der Temperatur von gekühlten elektronischen Bauelementen, die durch das Bauelement berührende Kühlmittel gekühlt werden.

Elektronische Bauelemente erzeugen im Betrieb Verlustwärme, die abgeführt werden muß. Sind eine Vielzahl von elektronischen Bauelementen auf Leiterplatten montiert, so ist hierzu ein nicht unwesentlicher Aufwand erforderlich. Sogenannte Baugruppenleiterplatten werden mittels Baugruppenkühlplatten ausgerüstet, um die Vielzahl von elektronischen Bauelementen ausreichend zu kühlen. Da die Lebensdauer dieser integrierten Schaltungen wesentlich von ihrer Betriebstemperatur abhängt, ist eine Kühlung in den meisten Fällen erforderlich. Fehlfunktionen der Bauelemente oder des gesamten Systems führen häufig zu einer Temperaturerhöhung an einem oder mehreren verschiedenen Bauelementen, wobei unterschiedliche Schäden auftreten können!

Es ist für jeden Anwendungsfall zweckmäßig, die Temperatur an elektronischen Baugruppen während der Entwicklung, der Fertigung, des Testbetriebes oder sogar während des Dauerbetriebes zu messen. Nur so können etwaige temperaturkorrelierte Störungen erkannt werden.

Eine Vorrichtung, die mit einem Ultraschallmeßverfahren den Wärmewiderstand zwischen dem Bauelement und dem Kühlmittel, beispielsweise einer Kühlplatte, mißt und kontrolliert, ist bekannt aus: "SIEMENS Forschungs- und Entwicklungsberichte, Bd 17 (1988), S. 257; Krauter; Baumann; Becker; Assembly Prozess for a new Micropackaging System".

Aus dem Wärmewiderstand läßt sich in diesem Fall die zu erwartende Betriebstemperatur ermitteln. Mit diesem Meßverfahren ist jedoch eine direkte Kontrolle der Bauelementtemperatur nicht möglich.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Temperaturmessung zur Verfügung zu stellen, mittels der die Bauteiltemperatur zuverlässig und mit geringen Toleranzbreiten meßbar ist und die Kühlung des Bauelementes nicht wesentlich behindert wird.

Die Lösung dieser Aufgabe geschieht durch den Einsatz eines Temperatursensors, der in das Kühlmittel, das das Bauelement berührt, integriert wird und ebenfalls das Bauelement berührt oder minimal zu diesem beabstandet ist. Dazu ist am Kühlmittel die maximal ausführbare Berührungsfläche, an der das Bauelement und das Kühlmittel sich berühren können, ungefähr um die Fläche des Temperatursensors verkleinert. Da der Temperatursensor in Relation zur Fläche eines Bauelementes klein ist, ist trotz dieser Maßnahme eine ausreichende Kühlung des Bauelementes über das Kühlmittel gewährleistet.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß der Temperatursensor am Rand der Grenzfläche platziert wird. Somit werden keinerlei zusätzliche Wärmewiderstände eingebracht, die die Kühlwirkung herabsetzen könnten, wie es beispielsweise durch elektrische Zuleitungen der Fall ist. Ein in der Mitte einer Berührungsfläche platzierter Temperatursensor wäre diesbezüglich nachteilig, da die Signalübertragung nach außen die erwähnten Nachteile beinhaltet.

Da die elektronischen Bauelemente auf Leiterplatten befestigt sind, wird die Kühlung mittels Kühlplatten in der Regel von der Seite des Bauelementes, die der Leiterplatte gegenüberliegt, durchgeführt. Hierbei ist es

zweckmäßig, den Temperatursensor auf einer Sensorfolie anzuordnen, die wiederum auf dem Kühlmittel platziert ist. Die Sensorfolie weist eine Aussparung entsprechend der Größe der Berührungsfläche auf und der Temperatursensor ist so platziert, daß er beim Aufsetzen der Kühlplatten auf die Bauelemente ebenfalls auf den Körper des jeweiligen Bauelementes aufsitzen oder minimal beabstandet ist.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung sieht eine Sensorfolie aus Polyimid vor. Polyimid ist temperaturbeständig und weist eine geringe Wärmeleitfähigkeit auf.

Die zwischen Temperatursensor und Kühlmittel angeordnete Wärmeisolierung wird vorzugsweise in Form einer Luftkammer ausgeführt. Die Größe der Luftkammer ist dabei von den baulichen Gegebenheiten und von den Anforderungen an die Genauigkeit der Messung abhängig.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Im folgenden wird anhand der schematischen Figur, die eine Schnittdarstellung einer Anordnung aus Leiterplatte, Bauelement und Kühlmittel wiedergibt, ein Ausführungsbeispiel beschrieben.

Das Kühlmittel, in diesem Fall eine metallische Kühlplatte 1, berührt das Bauelement 6 großflächig. In der Regel wird eine Vielzahl von elektronischen Bauelementen 6 von einer einzigen entsprechend strukturierten Kühlplatte 1 gekühlt. Um für jedes Bauelement 6 einen ausreichenden Kontakt zwischen Kühlplatte 1 und Bauelement 6 zu gewährleisten, wird die Kühlplatte 1 an die Bauelemente 6 angedrückt. Zur Erzeugung einer Gegenkraft ist zwischen Leiterplatte 8 und Bauelement 6 ein elastisches Druckstück 7 vorgesehen. Das Bauelement 6 ist mittels der Anschlußbeine 9 elektrisch mit der Leiterplatte 8 verbunden.

In der gezeigten Darstellung wäre eine optimale Kühlung des Bauelementes 6 durch eine größtmögliche Berührungsfläche oder Kontaktfläche zur Wärmeabfuhr zwischen Bauelement 6 und Kühlplatte 1 notwendig. Der Einsatz eines Temperatursensors 5 für die Temperaturmessung am Bauelement 6 benötigt jedoch einen geringfügigen Einbauplatz, der die maximal mögliche Berührungsfläche verkleinert. Der Temperatursensor 5, der auf einer Sensorfolie 4 aufgebracht ist, wird zweckmäßigerweise derart mit der Kühlplatte 6 verbunden, daß seine dem Bauelement 6 zugewandte Oberfläche mit der Fläche (Berührungsfläche) der Kühlplatte 1, die das Bauelement 6 berührt, in einer Ebene liegt. Somit berühren bei dieser Anordnung die Kühlplatte 1 und der Temperatursensor 5 zugleich das Bauelement 6. Die zwischen Temperatursensor 5 und Kühlplatte 1 notwendige Wärmeisolierung ist als Luftkammer 3 ausgebildet. Zur Darstellung der Luftkammer 3 wird direkt auf die Kühlplatte 1 eine Abstandsfolie 2 aufgebracht. Hierin ist die Luftkammer 3 in Form einer Aussparung umrissen, wobei die Sensorfolie 4 den Abschluß nach unten bildet.

Der Temperatursensor 5 ist in vorteilhafter Weise als Widerstandssensor in Dünnschichttechnik ausgebildet. Die Dünnschichttechnik umfaßt Anordnungen mit Schichtdicken kleiner, als einige µm. Hierzu gehören beispielsweise durch Aufdampfen oder durch Sputtern aufgetragene Schichten. Dieser temperaturempfindliche Sensor ist leicht herstellbar und bildet zusammen mit der temperaturbeständigen Polyimid-Sensorfolie 4 eine für diese Temperaturmessung in der Praxis gut zu verwendende Einheit. Die Abstandsfolie 2 muß ebenfalls für die auftretenden Temperaturen beständig sein und wird vorteilhafter Weise wie die Sensorfolie 4 aus Polyimid hergestellt.

gestellt. Da Polyimid bis über 300° C temperaturbeständig ist, ist eine ausreichende Betriebssicherheit gegeben.

Damit der Temperatursensor 5 die wahre Temperatur des Bauelementes 6 ohne Fälschung durch die Temperatur der Kühlplatte 1 mißt, muß er gegenüber der Kühlplatte 1 so gut wie möglich thermisch isoliert werden. Je größer die Luftkammer 3 ist, desto genauer werden die Temperaturmessungen bezüglich des Bauelementes 6. Gleichzeitig wird jedoch die Kühlwirkung der Kühlplatte 1 durch eine größer werdende Luftkammer 3 vermindert. Hierzu ist je nach örtlichen Gegebenheiten und geforderter Meßgenauigkeit eine Optimierung der Größe der Luftkammer 3 vorzunehmen.

In der Regel sollte der Temperatursensor 5 keinen Abstand zum Bauelement 6 aufweisen. Bedingt durch Fertigungstoleranzen kann dies jedoch nicht immer gewährleistet werden. Berührungslose Temperaturmessungen sind ebenfalls möglich, wobei Abstände zwischen Temperatursensor 5 und Bauelement 6 von 10 bis 30 µm eingehalten werden sollten. Laborversuche haben ergeben, daß eine Dimensionierung möglich ist, bei der eine Beabstandung von 55 µm mit einem Meßfehler von 10% verbunden ist. Der Wärmewiderstand zwischen einem LSI-Bauelement 6 (LSI entspricht Large Scale Integration) und einer Kühlplatte 1 sinkt um weniger als 7%.

Die verwendeten Folien 2, 4 werden zweckmäßigerweise auf die Kühlplatte 1 aufgeklebt. Die beschriebene Temperaturmessung kann sowohl in der Entwicklung, der Fertigung, dem Testbetrieb oder dem Dauerbetrieb eines oder mehrere Bauelemente 6 erfolgen.

Das Kühlmittel, das hier durch eine metallische Kühlplatte 1 dargestellt ist, kann auch aus einem anderen, teilweise festen Material oder aus einem Wärmetauscher bestehen, in dem das eigentliche Kühlmittel gasförmig oder flüssig ist. Metallische Kühlplatten 1 können auf ihrer Rückseite mit Wasser gekühlt werden.

#### Patentansprüche

1. Anordnung zur Temperaturmessung an gekühlten elektronischen Bauelementen (6), wobei die Wärmeabfuhr über ein das Bauelement (6) berührendes Kühlmittel geschieht, gekennzeichnet durch
  - einen an einer Berührungsfläche zwischen Bauelement (6) und Kühlmittel angeordneten Temperatursensor (5),
  - eine für die Aufnahme des Temperatursensors (5) vorgesehene Aussparung in dem Kühlmittel und
  - eine zwischen Temperatursensor (5) und Kühlmittel angeordnete Wärmeisolierung.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Temperatursensor (5) am Rand der Berührungsfläche platziert ist.
3. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Temperatursensor (5) auf einer zwischen Bauelement (6) und Kühlmittel platzierten Sensorfolie (4) in Richtung des Bauelementes (6) angeordnet ist.
4. Anordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensorfolie (4) aus Polyimid besteht.
5. Anordnung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmeisolierung aus einer Luftkammer (3) besteht, die durch eine Aussparung in einer zwischen der Sensorfolie (4) und dem Kühl-

mittel vorhandenen Abstandsfolie (2) gebildet wird und zwischen dem Temperatursensor (5) und dem Kühlmittel platziert ist.

6. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Kühlmittel eine metallische Platte (1) ist.

7. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Temperatursensor (5) in Dünnschichttechnik ausgeführt ist.

8. Anordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Temperatursensor (5) ein temperaturabhängiger elektrischer Widerstand ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

